

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-317552

(43)Date of publication of application : 16.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 41/107

(21)Application number : 10-124828

(71)Applicant : TOKIN CORP

(22)Date of filing : 07.05.1998

(72)Inventor : KO TOSHITERU

FUDA YOSHIAKI

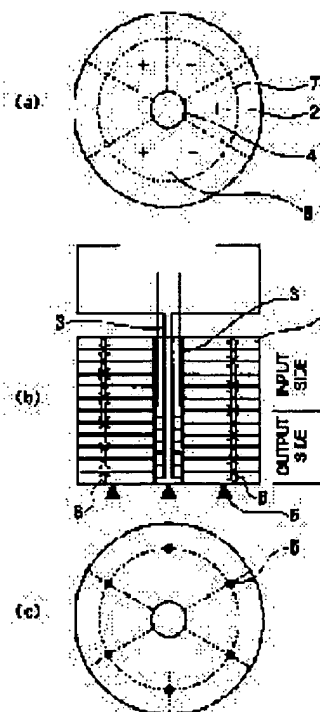
KATSUNO YUKIFUMI

## (54) LAMINATED PIEZOELECTRIC TRANSFORMER

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a laminated piezoelectric transformer which is excellent in performance by a method, wherein a vibration mode where the laminated piezoelectric transformer composed of a support structure and lead wires deteriorates less in mechanical vibration coupling coefficient  $Q_m$  is utilized.

**SOLUTION:** Piezoelectric ceramic disks 1 are polarized for alternately changing in a direction 8 of polarization in a thicknesswise direction for exciting a higher flexing vibration mode B (1, 3) (three node lines, one node circle). After polarizing electrodes have been removed by etching, silver electrode paste is applied to both the sides of each piezoelectric ceramic disk and baked. A hole 4 is bored in each piezoelectric ceramic disk at its center so as to lead out the lead wires 3 of an input/output part. The piezoelectric ceramic disks are laminated and bonded together with adhesive agent. Six intersections of the node lines 6 and a node circle 7 of a flexing vibration mode B (1, 3) are made to serve as supporting spots 5, and the laminated piezoelectric ceramic disks are bonded to a board at the supporting spots, whereby a piezoelectric transformer is supported.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The laminating type piezoelectric transformer which polarizes a piezo-electric ceramic disk so that the direction of polarization may change in the thickness direction by turns, prepares an electrode in both sides of the aforementioned piezo-electric ceramic disk extensively, carries out the laminating of the aforementioned piezo-electric ceramic disk of two or more sheets, and is characterized by using the high order incurvation oscillation mode.

[Claim 2] the core of each aforementioned piezo-electric ceramic disk -- a hole -- opening -- the above -- the laminating type piezoelectric transformer according to claim 1 characterized by picking out the lead wire of I/O from a hole

[Claim 3] The laminating type piezoelectric transformer according to claim 1 or 2 characterized by using the nodal line of the high order incurvation oscillation mode, and the crossing of a nodal circle as the supporter of a transformer.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-317552

(43) 公開日 平成11年(1999)11月16日

(51) IntCl.<sup>8</sup>  
H 0 1 L 41/107

識別記号

F I  
H 0 1 L 41/08

A

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-124828

(22) 出願日 平成10年(1998) 5月7日

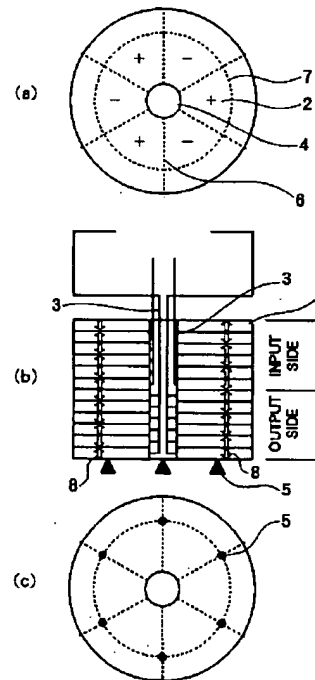
(71) 出願人 000134257  
株式会社トーキン  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
(72) 発明者 胡 俊輝  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
株式会社トーキン内  
(72) 発明者 布田 良明  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
株式会社トーキン内  
(72) 発明者 勝野 超史  
宮城県仙台市太白区郡山6丁目7番1号  
株式会社トーキン内  
(74) 代理人 弁理士 後藤 洋介 (外2名)

(54) 【発明の名称】 積層型圧電トランス

(57) 【要約】

【課題】 支持構造とリード線による積層型圧電トランスの機械振動結合係数 $Q_m$ の劣化が少ない振動モードを利用することにより、性能が良好な積層型圧電トランスを提供する。

【解決手段】 高次屈曲振動モードB(1, 3)(節線3本、節円1個)を励振するために、分極方向8が厚み方向に交互に変化するように各圧電セラミック円板1を分極した。分極用の電極をエッチングで取り除いてから、圧電セラミック円板の表裏両面に全面銀電極を塗布し、焼付した。入出力部のリード線3を取り出すために、圧電セラミック円板の中心部に孔4を開ける。接着剤で各圧電セラミック円板を接着し、積層する。屈曲振動モードB(1, 3)の節線6と節円7の6個の交差点を支持部5として接着剤で基板に接着することにより、圧電トランスを支持する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 分極方向が厚み方向に交互に変化するよう  
に圧電セラミック円板を分極し、前記圧電セラミック  
円板の両面に全面的に電極を設け、複数枚の前記圧電セ  
ラミック円板を積層し、高次屈曲振動モードを利用する  
ことを特徴とする積層型圧電トランス。

【請求項2】 前記各圧電セラミック円板の中心部に孔  
を開け、前記孔から入出力のリード線を取り出すことを  
特徴とする請求項1記載の積層型圧電トランス。

【請求項3】 高次屈曲振動モードの節線と節円の交差  
点をトランスの支持部とすることを特徴とする請求項1  
又は2記載の積層型圧電トランス。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高次屈曲振動モー  
ドを利用する積層型圧電トランス、その支持構造及びそ  
のリード線を取り出す構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】携帯テレビジョンやノート・ブック型パ  
ーソナル・コンピュータを始め各種携帯電子機器の普及  
に伴い、これらの機器に直流電圧を供給するためにAC  
アダプターが用いられている。ACアダプターに用いら  
れている電子部品の中で、体積が大きく、かつ、ACア  
ダプターの変換効率に影響を及ぼす電子部品が、電磁式  
トランスである。

【0003】最近、ACアダプターに対する高効率化、  
小型低背化、電磁ノイズの低減や消費電力の節減の要求  
が高まり、電磁式トランスに代わり、様々な圧電トラン  
スが検討されている。更に、圧電トランスの出力インピ  
ーダンスと負荷抵抗をマッチングし、圧電トランスの高  
効率を実現するためには、出力端の制動容量を大きくす  
る必要がある。

【0004】これらの問題を解決するために、いろいろ  
な積層型圧電トランスが提案されている。たとえば、縦  
振動モードを利用する積層型圧電トランスと、径方向対  
称振動モードを利用する積層型圧電トランスである。こ  
れらの積層型圧電トランスは、入力側で圧電縦逆効果又  
は圧電横逆効果により電気エネルギーを機械振動エネル  
ギーに変換し、出力側で圧電縦効果又は圧電横効果によ  
りこの機械振動エネルギーを電圧が異なる電気エネルギ  
ーに変換するものである。また、従来のほとんどの積層  
型圧電トランスは、利用する振動モードの節線部で支持  
されており、入出力側のリード線が節線部から取り出さ  
れている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、圧電ト  
ランスの実際の支持構造とはんだ点が隔を持つので、節  
線部で圧電トランスを支持し、リード線を取り出して  
も、圧電トランスの性能は支持構造とリード線により劣  
化される。それで、原理的に支持構造とリード線による

性能劣化が少ない積層型圧電トランスが望まれている。

【0006】したがって、本発明は、支持構造とリード  
線による積層型圧電トランスの機械振動結合係数 $Q_m$ の  
劣化が少ない振動モードを利用することにより、性能が  
良好な積層型圧電トランスを提供することを目的とす  
る。

【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、前記課題を解  
決するため、次の手段を採用する。

【0008】分極方向が厚み方向に交互に変化するよう  
に圧電セラミック円板を分極し、前記圧電セラミック円  
板の両面に全面的に電極を設け、複数枚の前記圧電セ  
ラミック円板を積層し、高次屈曲振動モード( $B(1, m)$ )  
を利用し、振動モードの節線と節円の2m個の交  
差点をトランスの支持部とし、前記各圧電セラミック円  
板の中心部に孔を開け、前記孔から入出力のリード線を  
取り出した積層型圧電トランス。

【0009】

【作用】本発明では、支持部が高次屈曲振動モードの節  
線と節円の交差点にあるので、支持部の寸法による機械  
振動結合係数 $Q_m$ の劣化は、従来の節線部だけの支持  
方式より小さい。また、高次屈曲振動モード( $B(1, m)$ )  
で振動する半径 $a$ の圧電セラミック円板におい  
て、 $m \geq 3$ の場合、 $r \leq 0.2a$ の範囲の中で振動変位  
がほぼ零であるので、半径が小さい孔からリード線を取  
り出しても、積層型圧電トランスの振動にほとんど影響  
を及ぼさない。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明の3つの実施の形態例につ  
いて図面を参照して説明する。

【0011】まず、本発明の第1実施の形態例では、図  
1のように積層型圧電トランスを構成する。高次屈曲振  
動モード $B(1, 3)$ (節線3本、節円1個)を励振す  
るために、分極方向が厚み方向に交互に変化するよう  
に各圧電セラミック円板1を分極した。分極方式2を図  
1(a)に示す。分極用の電極をエッチングで取り除い  
てから、圧電セラミック円板1の表裏両面に全面銀電極  
を塗布し、焼付した。圧電セラミック円板1は、外径1  
0mm、厚み1mmである。入出力側のリード線3を取  
り出すために、圧電セラミック円板1の中心部に直径2  
mmの孔4を開けている。接着剤で各圧電セラミック円  
板1を接着し、積層する。圧電トランスの支持部5を図  
1(b)と(c)に示す。屈曲振動モード $B(1, 3)$   
の節線6と節円7の6個の交差点をシリコン接着剤で基  
板に接着することにより、圧電トランスを支持する。ま  
た、節円7の半径が4.25mm、節線6の位置が分極  
電極の境界線により決められている。要求される圧電ト  
ランスの昇圧比と出力電力により、入力部と出力部の積  
層数を決定する。本実施の形態例のトランスの入出力の  
積層数は、それぞれ6である。

【0012】負荷抵抗が $80\Omega$ である場合、駆動周波数の $295\text{kHz}$ から $315\text{kHz}$ までの出力電力と効率の特性を図2に示す。縦軸のP2は、トランスの2次側の出力電力を意味する。 $17\text{W}$ の最大出力電力と $95\%$ の最大効率を得られた。

【0013】次に、本発明の第2実施の形態例では、高次屈曲振動モードB(1, 4)(節線4本、節円1個)を励振するために、図3のように圧電セラミック円板1を分極し、第1実施の形態例の方法により積層型圧電トランスを構成した。この圧電トランスは屈曲振動モードB(1, 4)で動作し、節線6と節円7の8個の交差点で第1実施の形態例のように支持されている。また、B(1, 4)モードの節円7の半径は $4.35\text{mm}$ である。

【0014】負荷抵抗が $80\Omega$ である場合、駆動周波数の $410\text{kHz}$ から $430\text{kHz}$ までの出力電力と効率の特性を図4に示す。 $22\text{W}$ の最大出力電力と $96\%$ の最大効率を得られた。

【0015】続いて、本発明の第3実施の形態例では、高次屈曲振動モードB(1, 5)(節線5本、節円1個)を励振するために、図5のように圧電セラミック円板1を分極し、第1実施の形態例の方法により積層型圧電トランスを構成した。この圧電トランスは屈曲振動モードB(1, 5)で動作し、節線6と節円7の10個の交差点で第1実施の形態例のように支持されている。また、B(1, 5)モードの節円7の半径は $4.35\text{mm}$ である。

【0016】負荷抵抗が $80\Omega$ である場合、駆動周波数の $535\text{kHz}$ から $555\text{kHz}$ までの出力電力と効率の特性を図6に示す。 $25\text{W}$ の最大出力電力と $94\%$ の最大効率を得られた。

【0017】本発明の各実施の形態例においては、圧電セラミック円板を用いたが、正方形のような回転対称形状の圧電セラミック板を用いても、同様にトランスを構成することができる。

【0018】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、圧電セラミック円板の高次屈曲振動モードを利用することにより、機械振動エネルギーの損失が小さいように、積層型圧電トランスを支持し、リード線を取り出すことができる。また、前述した説明は、屈曲振動モードB(1, 3), B(1, 4), B(1, 5)を利用し、1:1の変成比を持つ積層型圧電トランスについ

てのものであるが、モード次数と変成比が変わった場合、同様の効果を期待することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態例の圧電セラミック円板の高次屈曲振動モードB(1, 3)(節線3本、節円1個)を利用する積層型圧電トランスの諸図であり、

(a)は円板のモードパターンと分極方式の模式的平面図、(b)はトランスの断面図、(c)はトランスの支持構造の模式的平面図を、それぞれ示す。

【図2】本発明の第1実施の形態例の圧電セラミック円板の高次屈曲振動モードB(1, 3)(節線3本、節円1個)を利用する積層型圧電トランスの特性を示すグラフである。

【図3】本発明の第2実施の形態例の圧電セラミック円板の高次屈曲振動モードB(1, 4)(節線4本、節円1個)を利用する積層型圧電トランスの諸図であり、

(a)は円板のモードパターンと分極方式の模式的平面図、(b)はトランスの断面図、(c)はトランスの支持構造の模式的平面図を、それぞれ示す。

【図4】本発明の第2実施の形態例の圧電セラミック円板の高次屈曲振動モードB(1, 4)(節線4本、節円1個)を利用する積層型圧電トランスの特性を示すグラフである。

【図5】本発明の第3実施の形態例の圧電セラミック円板の高次屈曲振動モードB(1, 5)(節線5本、節円1個)を利用する積層型圧電トランスの諸図であり、

(a)は円板のモードパターンと分極方式の模式的平面図、(b)はトランスの断面図、(c)はトランスの支持構造の模式的平面図を、それぞれ示す。

【図6】本発明の第3実施の形態例の圧電セラミック円板の高次屈曲振動モードB(1, 5)(節線5本、節円1個)を利用する積層型圧電トランスの特性を示すグラフである。

【符号の説明】

- 1 圧電セラミック円板
- 2 分極方式
- 3 リード線
- 4 孔
- 5 支持部
- 6 節線
- 7 節円
- 8 分極方向

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

**DETAILED DESCRIPTION**

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the structure which takes out the laminating type piezoelectric transformer using the high order incurvation oscillation mode, its supporting structure, and its lead wire.

[0002]

[Description of the Prior Art] The AC adapter is used, in order to begin pocket television and a notebook type personal computer and to supply direct current voltage to these devices with the spread of various pocket electronic equipment. In the electronic parts used for the AC adapter, volume is large, and the electronic parts which affect the conversion efficiency of an AC adapter are electromagnetic transformers.

[0003] efficient-izing to recently and an AC adapter, the reduction in the small back, and electromagnetism -- the demand of reduction of a noise, or reduction of power consumption -- rising -- an electromagnetic transformer -- instead of -- various piezoelectric transformers -- inquiring -- having -- \*\*\*\*. Furthermore, in order to match the output impedance and load resistance of a piezoelectric transformer and to realize high efficiency of a piezoelectric transformer, it is necessary to enlarge braking capacity of an outgoing end.

[0004] In order to solve these problems, various laminating type piezoelectric transformers are proposed. For example, they are a laminating type piezoelectric transformer using longitudinal-oscillation mode, and a laminating type piezoelectric transformer using the direction symmetric-vibration mode of a path. These laminating type piezoelectric transformers transform electrical energy into mechanical vibration energy by the input side according to the piezo-electric length opposite effect or the piezo-electric horizontal opposite effect, and transform it into the electrical energy from which voltage differs this mechanical vibration energy by the piezo-electric longitudinal effect or the piezo-electric transversal effect by the output side. Moreover, almost all the conventional laminatings type piezoelectric transformer is supported in the nodal-line section of the oscillation mode to be used, and the lead wire by the side of I/O is taken out from the nodal-line section.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the actual supporting structure and the solder point of a piezoelectric transformer have width of face, even if it supports a piezoelectric transformer in the nodal-line section and takes out lead wire, the performance of a piezoelectric transformer deteriorates with the supporting structure and lead wire. Then, a laminating type piezoelectric transformer with little [ theoretically ] performance degradation by the supporting structure and lead wire is desired.

[0006] Therefore, this invention is the mechanical vibration coupling coefficient  $Q_m$  of the laminating type piezoelectric transformer by the supporting structure and lead wire. When degradation uses the few oscillation mode, a performance aims at offering a good laminating type piezoelectric transformer.

[0007]

[Means for Solving the Problem] The following means is used for this invention in order to solve the aforementioned technical problem.

[0008] A piezo-electric ceramic disk is polarized so that the direction of polarization may change in the thickness direction by turns. Prepare an electrode in both sides of the aforementioned piezo-electric ceramic disk extensively, and the laminating of the aforementioned piezo-electric ceramic disk of two or more sheets is carried out. the high order incurvation oscillation mode (B (1 m)) -- using -- the 2m piece crossing of the nodal line of the oscillation mode, and a nodal circle -- the supporter of a transformer -- carrying out -- the core of each aforementioned piezo-electric ceramic disk -- a hole -- opening -- the above -- the laminating type piezoelectric transformer which picked out the lead wire of I/O from the hole

[0009]

[Function] Mechanical vibration coupling coefficient  $Q_m$  with the size of a supporter since a supporter is in the nodal line of the high order incurvation oscillation mode, and the crossing of a nodal circle in this invention Degradation is smaller than the type of mounting only in the conventional nodal-line section. moreover, the piezo-electric ceramic disk of a radius  $a$  which vibrates by the high order incurvation oscillation mode (B (1 m)) -- setting -- the case of  $m \geq 3$  -- the inside of the range of  $r \leq 0.2a$  -- vibration -- since a variation rate is about 0, even if it picks out lead wire from a hole with a small radius, vibration of a laminating type piezoelectric transformer is hardly affected

[0010]

[Embodiments of the Invention] The example of a gestalt of three operations of this invention is explained with reference to a drawing.

[0011] First, a laminating type piezoelectric transformer consists of examples of a gestalt of the 1st operation of this invention like drawing 1. In order to excite high order incurvation oscillation mode B (1 3) (three nodal lines, one nodal circle), each piezo-electric ceramic disk 1 was polarized so that the direction of polarization might change in the thickness direction by turns. The polarization method 2 is shown in drawing 1 (a). After removing the electrode for polarization by etching, printing of the whole surface silver electrode was applied and carried out to front reverse side both sides of the piezo-electric ceramic disk 1. The piezo-electric ceramic disk 1 is 1mm in the outer diameter of 10mm, and thickness. In order to take out the lead wire 3 by the side of I/O, the hole 4 with a diameter of 2mm is opened in the core of the piezo-electric ceramic disk 1. The laminating of each piezo-electric ceramic disk 1 is pasted up and carried out with adhesives. The supporter 5 of a piezoelectric transformer is indicated to be drawing 1 (b) to (c). A piezoelectric transformer is supported by pasting up six crossings of the nodal line 6 of incurvation oscillation mode B (1 3), and a nodal circle 7 on a substrate with silicon adhesives. Moreover, the position of 4.25mm and a nodal line 6 is determined for the radius of a nodal circle 7 by the boundary line of a polarized electrode. The pressure-up ratio and output power of a piezoelectric transformer which are demanded determine the number of laminatings of the input section and the output section. The number of laminatings of I/O of the transformer of the example of a gestalt of this operation is 6, respectively.

[0012] When load resistance is 80ohms, the output power from 295kHz to 315kHz of drive frequency and the property of efficiency are shown in drawing 2. P2 of a vertical axis means the output power of the secondary of a transformer. The maximum output power of 17W and 95% of the maximum efficiency were acquired.

[0013] Next, in order to excite high order incurvation oscillation mode B (1 4) (four nodal lines, one nodal circle), the piezo-electric ceramic disk 1 was polarized like drawing 3, and the laminating type piezoelectric transformer consisted of examples of a gestalt of the 2nd operation of this invention by the method of the example of a gestalt the 1st operation. This piezoelectric transformer operates by incurvation oscillation mode B (1 4), and is supported like the example of a gestalt of the 1st operation at eight crossings of a nodal line 6 and a nodal circle 7. Moreover, the radius of the nodal circle 7 in B (1 4) mode is 4.35mm.

[0014] When load resistance is 80ohms, the output power from 410kHz to 430kHz of drive frequency and the property of efficiency are shown in drawing 4. The maximum output power of 22W and 96% of



the maximum efficiency were acquired.

[0015] Then, in order to excite high order incurvation oscillation mode B (1 5) (five nodal lines, one nodal circle), the piezo-electric ceramic disk 1 was polarized like drawing 5 , and the laminating type piezoelectric transformer consisted of examples of a gestalt of the 3rd operation of this invention by the method of the example of a gestalt the 1st operation. This piezoelectric transformer operates by incurvation oscillation mode B (1 5), and is supported like the example of a gestalt of the 1st operation at ten crossings of a nodal line 6 and a nodal circle 7. Moreover, the radius of the nodal circle 7 in B (1 5) mode is 4.35mm.

[0016] When load resistance is 80ohms, the output power from 535kHz to 555kHz of drive frequency and the property of efficiency are shown in drawing 6 . The maximum output power of 25W and 94% of the maximum efficiency were acquired.

[0017] In the example of a gestalt of each operation of this invention, although the piezo-electric ceramic disk was used, even if it uses the piezo-electric ceramic board of a symmetry-of-revolution configuration like a square, a transformer can be constituted similarly.

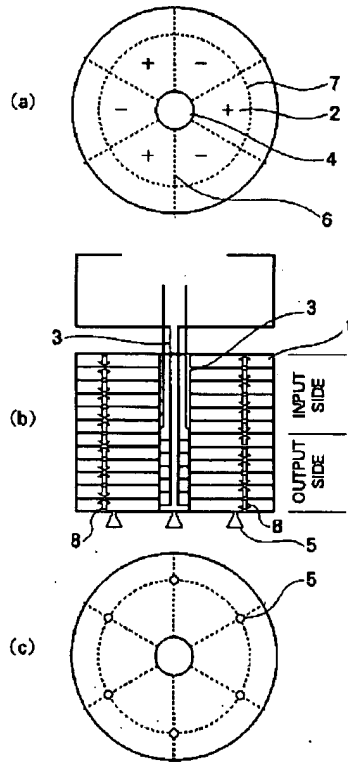
[0018]

[Effect of the Invention] According to this invention, by using the high order incurvation oscillation mode of a piezo-electric ceramic disk, loss of mechanical vibration energy can support a laminating type piezoelectric transformer, and can take out lead wire so that small so that clearly from the above explanation. Moreover, the explanation mentioned above uses the incurvation oscillation modes B (1 3), B (1 4), and B (1 5), and although it is a thing about a laminating type piezoelectric transformer with the transformation ratio of 1:1, when a mode number and a transformation ratio change, it can expect the same effect.

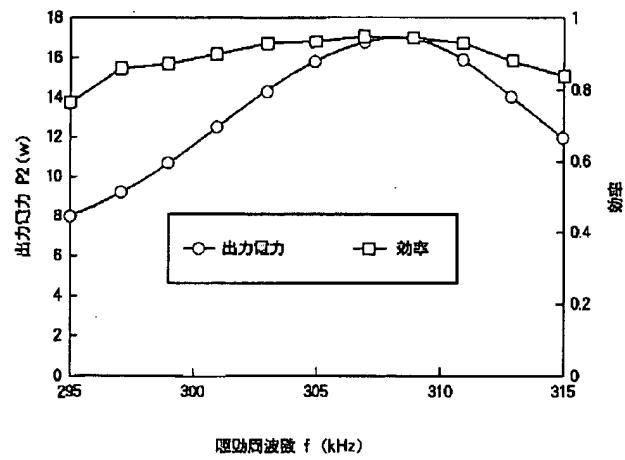
---

[Translation done.]

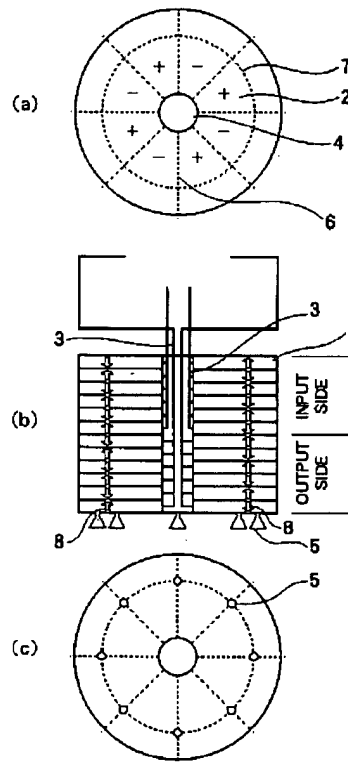
【図1】



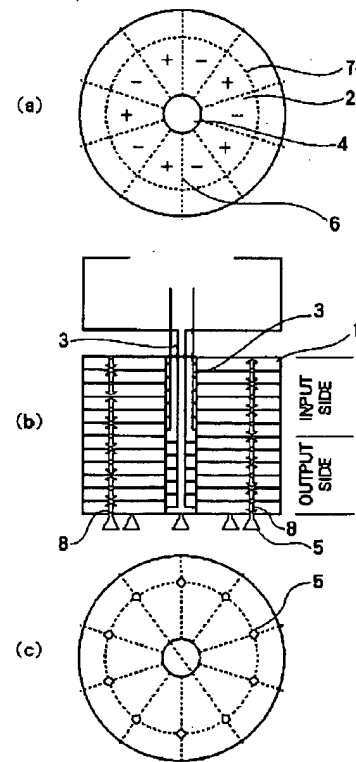
【図2】



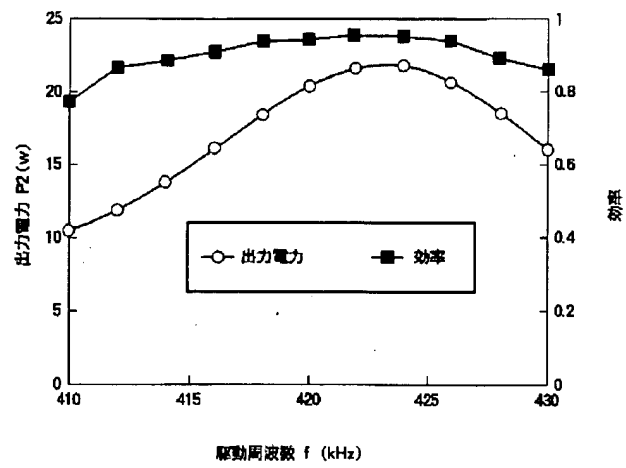
【図3】



【図5】



【図4】



【図6】

